

RECHERCHE  
& FORMATION

## Recherche et formation

55 | 2007

La question des contenus en formation des enseignants

---

# Les formations d'ingénieurs. Des formations professionnelles et professionnalisantes. Orientations, contenus, contextes

*The training of engineer : professional and professionalizing trainings. Orientation, contents and contexts*

*Las formaciones de ingenieros : formaciones profesionales y profesionalizantes. Orientaciones, contenidos, contextos*

*Die Ausbildungen von Ingenieure : berufliche und professionalisierende Ausbildungen. Zielsetzungen, Inhalte, Rahmen*

**Michel Sonntag**

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rechercheformation/844>

DOI : 10.4000/rechercheformation.844

ISSN : 1968-3936

### Éditeur

ENS Éditions

### Édition imprimée

Date de publication : 31 octobre 2007

Pagination : 11-26

ISBN : 978-2-7342-1091-7

ISSN : 0988-1824

### Référence électronique

Michel Sonntag, « Les formations d'ingénieurs. Des formations professionnelles et professionnalisantes. Orientations, contenus, contextes », *Recherche et formation* [En ligne], 55 | 2007, mis en ligne le 31 octobre 2011, consulté le 01 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rechercheformation/844> ; DOI : 10.4000/rechercheformation.844

---

## LES FORMATIONS D'INGÉNIEURS

### DES FORMATIONS PROFESSIONNELLES ET PROFESSIONNALISANTES. ORIENTATIONS, CONTENUS, CONTEXTES

Michel SONNTAG\*

**Résumé** *Quand on parle de formation d'ingénieurs en France, on pense à École d'ingénieurs. En réalité, le statut, le mode de recrutement, les types de formation peuvent varier selon les écoles. Mais l'unité de la formation est garantie par des instances comme la Commission des Titres d'ingénieurs (CTI). Les écoles sont d'abord des écoles professionnelles, même si elles sont aujourd'hui toutes soucieuses de développer la recherche fondamentale ou appliquée. La qualité de cette formation professionnelle repose sur tout un environnement où les relations avec les professionnels, les industriels, les « Anciens » jouent un rôle central ainsi que la vie associative des étudiants au sein des établissements.*

## Introduction

11

« Quiconque imagine quelques dispositions visant à changer une situation existante en une situation préférée est un concepteur. La conception, ainsi conçue, est au cœur de toute formation professionnelle. C'est elle qui fait la différence entre science et profession. Les écoles d'ingénieurs, comme les écoles d'architecture, de droit, de gestion, de médecine, les écoles normales d'enseignement, toutes sont concernées, au premier chef, par le processus de la conception » (Simon, 1974, p. 73).

Par ces propos, H. Simon rappelle une question centrale de toute formation professionnelle. Elle s'applique particulièrement à la formation des ingénieurs. Savoir concevoir des solutions inédites ou innovantes constitue la compétence professionnelle par excellence, que l'on peut trouver inscrite dans tous les curricula comme le

---

\* - Michel Sonntag, Institut national des Sciences appliquées de Strasbourg.

but visé des formations d'ingénieurs. Mais en pratique ces formations recouvrent aussi des situations multiples parce qu'elles sont assurées par des établissements pourvus d'une autonomie pédagogique et en relation de compétition entre elles pour le recrutement. Après un rapide parcours dans cette diversité, nous préciserons la place des institutions comme la Commission des Titres d'ingénieurs (CTI) ou le Comité d'études sur les formations d'ingénieurs (CEFI) qui veillent à la cohérence des enseignements menant au titre d'ingénieur. Nous verrons ensuite que ces enseignements s'organisent autour d'une architecture centrée sur les compétences professionnelles. La notion de conception permettra de comprendre le cursus de formation des ingénieurs, emblématisé par le projet de fin d'étude qui constitue à la fois un test et un objectif pédagogique. Par ailleurs, formation par projet et formation au projet tissent autour de la conception des liens entre les enseignements scientifiques fondamentaux, les enseignements technologiques et les enseignements en sciences de l'homme et de la société (SHS), en gestion et en langues étrangères... Mais nous ne comprendrions pas la spécificité de cette formation sans évoquer succinctement, par-delà les contenus, les relations que les écoles entretiennent avec les professionnels et les entreprises ainsi que certaines activités de la vie étudiante qui indirectement soutiennent les enseignements.

## **DIVERSITÉ DES ÉCOLES ET ORIENTATIONS GÉNÉRALES DE LA FORMATION**

### **Diversité des écoles**

12

Quand on parle de la formation d'ingénieurs en France, on pense évidemment aux écoles d'ingénieurs, parfois aux universités technologiques, plus rarement aux instituts nationaux. Et de toute façon la notion d'École d'ingénieurs ou de Grande École constitue la dénomination commune. En fait, le titre d'ingénieur peut être délivré par une école, une université, un institut, le Conservatoire national des arts et métiers (CNAM) ou par d'autres organismes comme le Centre d'études supérieures industrielles (CESI). Les établissements peuvent être publics ou privés et dépendre de diverses tutelles. Et l'on peut distinguer parmi les écoles d'ingénieurs, les très Grandes Écoles... Toutes ces distinctions renvoient aussi au classement entre écoles et au lien qui existe entre École et carrière, trait dominant du système français selon Paul Bouffartigue et Charles Gadea, (1996, 1997) qui montrent que dans la carrière des ingénieurs, l'accès à fonctions dirigeantes est très largement lié à la renommée de l'école fréquentée. Plus précisément, il existait à la rentrée 2006, 227 écoles ou formation habilitées à délivrer un titre d'ingénieur par la Commission des Titres. Mais l'opinion commune fait généralement rimer formation d'ingénieurs avec Grande École.

C'est donc essentiellement sous cette appellation générique que nous explorerons la formation d'ingénieurs. Mais lorsqu'on rentre dans les détails, on se rend compte que cette notion d'École recouvre une réalité complexe, contrastée, mouvante voire contradictoire. Par exemple, certaines écoles recrutent essentiellement à partir des classes préparatoires MP, PC, PSI ou PT, d'autres après le bac ou encore combinent des recrutements de niveaux différents bac, bac + 1, classe préparatoire, DUT ou BTS, master. Il y a les écoles intégrées dans les universités, d'autres sont des établissements autonomes (1). Enfin, notons l'existence de réseaux d'écoles : INSA (2), centrales, mines... et des écoles qui ont le statut de Grand Établissement : ENSAM (3), INP Grenoble (4), ECP Paris (5), Agro Paris... Certaines dépendent du ministère de l'Éducation, d'autres du ministère de l'Industrie, de la Défense ou de l'Équipement ou encore de l'Agriculture ou de la ville de Paris... En d'autres termes, il est difficile de parler des écoles d'ingénieurs en général. L'École centrale de Paris n'est pas l'École centrale de Nantes, l'École nationale supérieure des arts et métiers n'est pas l'École des mines de Saint-Étienne... Mais toutes les formations d'ingénieurs sont, par construction, professionnelles ou professionnalisantes et compétitives.

## Une formation exigeante et cependant ouverte

En somme, il n'existe pas une Grande École, mais des écoles, comme il n'y a pas une formation d'ingénieurs, mais des formations. Dans ce cas, où se forge et autour de quoi se construit l'unité de ces formations ? Ce sont d'abord des formations exigeantes. Cette exigence est emblématisée par le recrutement sur concours et les classes préparatoires, même si ces dernières ne constituent pas un passage obligé pour toutes les écoles. En effet, on peut rentrer dans certaines écoles sur entretien, après le baccalauréat, ou avec un BTS ou un DUT, ou encore après la première année de certains masters. C'est le cas des INSA. Pour compléter le tableau, il faut signaler la voie de la formation continue qui comprend la Promotion supérieure du travail et la filière dite « Fontanet » pour accéder en avant dernière année de formation ou encore la Validation des acquis de l'expérience (VAE) qui, suivant les dispositifs fixés par la loi de 2002 et ses décrets d'application, permet désormais d'accéder au titre d'ingénieur de diverses écoles (toutes devraient le permettre,

- 
- 1 - Établissements publics à caractère scientifique, culturel et professionnel (EPCSCP).
  - 2 - INSA : Institut national de sciences appliquées.
  - 3 - ENSAM : École nationale supérieure des arts et métiers.
  - 4 - INP : Institut national polytechnique.
  - 5 - ECP : École centrale de Paris.

mais...). Enfin, les formations d'ingénieurs par alternance se développent rapidement. Ces formations sont aujourd'hui reconnues et confortent l'idée que l'apprentissage bien mené sous le régime de l'alternance, constitue une voie ouverte pour la formation professionnelle supérieure. Tout cela est plus ou moins connu. Mais, les difficultés d'une formation d'ingénieurs par alternance, à bien des égards, ne sont pas de même nature que celles d'une formation à partir des classes préparatoires et du passage dans une école classée Grand Établissement. Cependant la formation des ingénieurs qu'elle se réalise sous le régime de la formation initiale classique, ou par l'alternance est exigeante. Les écoles jouent leur réputation à travers celles de leurs diplômés.

Cette exigence est en partie à la base de la réputation élitiste des écoles que soulignent les enquêtes qui portent sur les admissions dans les Grandes Écoles. L'enquête (6) menée par la Conférence des Grandes Écoles en 2002 montre que la situation socioprofessionnelle des chefs de ménage des élèves des Grandes Écoles relevait pour une très large majorité de la catégorie des cadres et des professions libérales à hauteur de 59,4 %. La catégorie des ouvriers ne représentait que 6,1 % et celle des employés 6,1 %.

Si une telle enquête souligne à juste titre l'idée de reproduction sociale par les ÉCOLES, longuement analysée par P. Bourdieu (1984), le jugement sur l'accès au titre d'ingénieur et sur la formation proprement dite mérite d'être plus nuancé. En effet, les Grandes Écoles classiques ne résument pas la formation d'ingénieurs. Rappelons que la formation en alternance et la délivrance du titre d'ingénieur diplômé par l'État (DPE) ouvrent des perspectives où la question de l'exigence ne se confond plus avec celle de privilège de classe sociale. Le titre d'ingénieur DPE, institué par la loi du 10 juillet 1934 modifiée, relative aux conditions de délivrance et à l'usage du titre d'ingénieur diplômé, constitue un dispositif très ancien de reconnaissance et de validation des acquis de l'expérience qui souligne l'intérêt accordé à la logique de compétence dans le milieu des ingénieurs.

Formation par alternance, DPE, Grandes Écoles et formation élitiste... En définitive, qui veille sur la cohérence et la qualité de la formation d'ingénieurs en France ? D'où viennent les grandes orientations et les principes qui définissent cette formation ? En fait, les établissements sont secondés par diverses institutions comme la Conférence des Grandes Écoles, la Commission des Titres d'ingénieurs (CTI) (7) ou encore le

6 - Conférence des Grandes Écoles, « Enquête sur l'origine sociale des élèves des Grandes Écoles (rentrée 2002) ».

7 - CTI. Références et orientations : nouvelle version de juillet 2003. Références consultables : [http://www.cefi.org/CEFINET/GLOBAL/CTI/TITRE\\_2/INDEX.HTM](http://www.cefi.org/CEFINET/GLOBAL/CTI/TITRE_2/INDEX.HTM)

Comité d'études sur les formations d'ingénieurs (CEFI) ou la Conférence des directeurs des écoles françaises d'ingénieurs (CEDFI) qui veillent sur la qualité des formations.

## **Orientations et principes directeurs : des instances régulatrices**

Parmi les 227 écoles d'ingénieurs en 2006, 145 écoles faisaient partie de la Conférence des Grandes Écoles, association régie par la loi de 1901 et créée en 1973. Elle a pour mission de promouvoir les écoles, de contribuer à l'évolution des formations et au développement la recherche, d'effectuer les démarches d'intérêt commun auprès des pouvoirs publics.

La Conférence des Grandes Écoles est une référence, mais la clé de voûte du dispositif de délivrance du titre d'ingénieur diplômé est la Commission des Titres d'ingénieurs. Elle est placée auprès de la Direction des enseignements supérieurs et a un statut d'instance juridictionnelle pour les formations privées et consultative pour les formations sous tutelle publique. Elle a été créée par la loi du 10 juillet 1934, et assure la protection du titre aussi bien que la qualité des formations. Elle a une mission de conseil et de certification officielle, sous la forme d'avis ou de décision d'habilitation ou de retrait d'habilitation.

La CTI comprend 32 membres dont 16 sont des personnels de l'enseignement supérieur et des membres choisis en raison de leurs compétences scientifiques et techniques. La seconde moitié est composée de personnels venant du monde professionnel. Cette composition paritaire rapproche ainsi des représentants des formations d'ingénieurs, des experts, des représentants des professions et des entreprises et des représentants des principales organisations syndicales et des associations d'ingénieurs. La CTI est en quelque sorte la pierre angulaire de la formation d'ingénieurs en France, car elle délivre les habilitations.

15

Régulièrement (8), elle précise les références et les orientations pour la formation d'ingénieurs. Et les contenus des enseignements, les disciplines enseignées, la pédagogie mise en œuvre s'inscrivent dans ces orientations. Il n'est d'ailleurs pas rare que la CTI fasse des remarques aux écoles ou demande d'affiner un projet de création d'un nouveau diplôme pour que cette orientation soit respectée.

---

8 - Références et orientations de la CTI version septembre 1995, version février 1998, version février 2000, version juillet 2003.

À côté de la CTI existe encore le Comité d'études sur les formations d'ingénieurs (CEFI). C'est une cellule d'étude et de prospective sur les formations et les emplois d'ingénieurs née d'une initiative conjointe du ministère de l'Industrie et du ministère des Universités en 1976. Le CEFI a progressivement pris la stature d'un centre de ressources. Il a une mission de documentation, d'observation, d'étude prospective et de comparaison internationale sur les questions d'emploi et de formation d'ingénieurs. À cet effet, il organise des conférences et des réunions de travail, commande des études, tient à jour un site internet d'information et édite diverses publications. Enfin, la CEDEFI, qui est devenue par décret du 11 avril 2006 la Conférence des directeurs de toutes les écoles françaises d'ingénieurs, est appelée, pour sa part, à servir de trait d'union entre les écoles et le ministre chargé de l'Enseignement supérieur.

## Intérêt pour les questions pédagogiques dans les écoles

En d'autres termes, les ingénieurs se sont depuis très longtemps préoccupés de leur formation, ont créé des organismes qui ont pour mission de suivre ces formations, d'animer les débats au sujet des « curricula » aussi bien que des dispositifs et des méthodes pédagogiques. Et dans les écoles d'ingénieurs, les débats sur les enseignements et la pédagogie sont permanents. En effet, si la recherche, les relations avec les industries, les transferts de technologie sont des sujets de discussion qui vont de soi, la pédagogie n'est pas une question annexe. C'est une question légitime, toujours d'actualité et favorisée par de nombreux facteurs comme l'organisation même de la formation autour de groupes-classe, la pédagogie du projet, les projets de fin d'étude où les enseignants peuvent évaluer la formation délivrée par l'école à travers la capacité des étudiants à mener à terme un projet technique ou industriel...

16

En raison de cet intérêt porté aux questions de pédagogie, on ne s'étonnera pas que le colloque « Questions de pédagogies dans l'enseignement supérieur » qui a réuni à Louvain en 2007 (université catholique de Louvain) plus de 300 participants soit née de l'initiative d'une école d'ingénieurs en 2001 l'ENST (9) Bretagne. Enfin, dans la même veine, on notera que le colloque sur les TICE (10) est né, lui aussi, d'une initiative d'une école d'ingénieur, en l'occurrence l'INSA de Rouen en 1998. Le SEFI (11) se consacre, lui aussi, à ces questions et édite une revue internationale *EJEE (European Journal of Engineering Education)* dédiée aux recherches sur les formations d'ingénieurs. Il en est de même de l'IGIP (*Internationale Gesellschaft für Ingenieurpädagogie*). Et nous pourrions continuer la liste.

9 - ENST : École nationale supérieure des télécommunications.

10 - TICE : Technologies de l'information et de la communication pour l'éducation.

11 - SEFI : Société européenne pour la formation des ingénieurs.

Ces considérations nous conduisent à souligner le fait que les écoles constituent un lieu où les pratiques et dispositifs pédagogiques ainsi que les « curricula » sont des sujets de débat permanent. En d'autres termes, si l'on reconnaît à la formation des ingénieurs (dans les écoles ou les universités technologiques...) des qualités de formation professionnelle et professionnalisante, c'est d'abord le fruit de tout un environnement. Les écoles sont des entités bien définies, soucieuses de leur recrutement, de leur formation et des relations avec les entreprises, la Commission des Titres et la CEFI supervisent ces formations et conseillent.

## UNE FORMATION À ORIENTATION PROFESSIONNELLE

À la différence des universités qui affichent en premier lieu la qualité de leur recherche, les écoles d'ingénieurs sont d'abord des écoles professionnelles. Il est vrai qu'aujourd'hui, à l'instar des universités, elles sont toutes soucieuses de développer la recherche fondamentale ou appliquée, le plus souvent en relation avec les organismes de la recherche comme le CNRS ou les universités. Mais cette position est relativement récente. Même si certaines écoles ont une longue tradition de recherche, comme l'École nationale supérieure de chimie de Paris (ENSCP), la plupart des Grandes Écoles ont longtemps été déconnectées à la fois du système des grades universitaires nationaux et de la nécessité de développer la recherche fondamentale. Ce n'est qu'en 1999, à l'occasion de la création du grade de master, que l'ensemble des titulaires d'un diplôme d'ingénieur se sont vus reconnaître le droit de recevoir un grade universitaire par l'État. Par ailleurs, l'engagement des écoles dans la recherche universitaire s'est accéléré avec le recrutement massif d'enseignants-chercheurs à la place d'enseignants d'autres cadres statutaires comme les enseignants ENSAM davantage centrés sur les transferts de technologie. Historiquement, transferts de technologie et formation professionnelle faisaient la force des écoles et déterminaient aussi bien les dispositifs de formation que les enseignements.

17

Ce contexte explique pourquoi bon nombre de sujets pour les projets de fin d'étude sont proposés par les entreprises. Ils correspondent à des problèmes techniques que l'entreprise confie à un élève-ingénieur de dernière année. Le projet de fin d'étude relève d'une véritable logique de transfert de technologie ou de résolution de problème technique ou industriel et non pas d'une logique de recherche à l'instar des mémoires des anciens DEA ou des actuels masters recherche. D'autres sujets émanent aujourd'hui des laboratoires de recherche des écoles. L'étude proposée par les industriels s'inscrit dans une logique de service. De ce fait, les projets de fin d'étude peuvent donner lieu à une convention passée entre l'école et l'entreprise et sont souvent payants pour les entreprises. L'entreprise achète un service en même temps



qu'elle contribue à la formation de l'étudiant. On peut dire que le projet de fin d'étude a pour objectif principal de faire passer les étudiants des études de cas et des simulations pédagogiques à la réalisation de projets techniques et industriels réels. Cette étude doit aussi faciliter l'entrée des étudiants dans le monde professionnel, car elle constitue une première expérience de travail d'ingénieur, le plus souvent notamment d'analyse de problème et de conception de solution.

Le projet de fin d'étude, sorte de mémoire professionnel, constitue un moment emblématique de la formation des ingénieurs. L'ensemble des enseignements y prépare.

## **Orientations générales**

Mais en quoi consistent ces enseignements ? Selon la CTI, le diplôme d'ingénieur correspond à cinq années d'étude après le bac. Le cursus de formation doit comprendre :

- un enseignement approfondi en sciences de base ;
- un enseignement technologique suffisamment large dans les dominantes de la formation visée ;
- une formation aux méthodes de l'ingénieur incluant la gestion de projet, la maîtrise des systèmes complexes et l'informatique ;
- une approche concrète des technologies de l'information et de la communication ;
- une ouverture aux sciences économiques, sociales, humaines, juridiques, à la gestion de l'entreprise ainsi qu'à la réflexion éthique ;
- une formation aux savoir-faire comportementaux nécessaires à l'intégration dans un groupe (aptitudes à la communication, au travail en équipe, à la motivation et au leadership) ;
- une formation à tous les aspects internes ou externes de la vie en entreprise, nationale ou internationale et notamment aux relations humaines, aux réseaux, à l'environnement, à la qualité, l'hygiène, la sécurité, la propriété industrielle... ;
- une pratique des langues étrangères, y compris dans les enseignements scientifiques et techniques ou les stages. Le niveau doit notamment être évalué et attesté par un examen ou un test de langues reconnu.

Comment se traduisent concrètement ces recommandations ? À la fois par le nombre d'heures affectées aux divers enseignements et par des dispositifs pédagogiques et réglementaires particuliers. Ce sont les exigences de la CTI qui ont impulsé l'ouverture des formations d'ingénieurs aux sciences économiques, aux sciences de l'homme et de la société, au droit, à la gestion des entreprises ainsi qu'à la réflexion éthique. Ces mêmes exigences ont amené bon nombre d'écoles à lier l'obtention du diplôme avec un niveau de certification en langue ou à imposer à tous leurs étudiants

un séjour de 3 à 6 mois à l'étranger. En pratique, les écoles réservent en moyenne 20 à 25 % du temps d'enseignements à d'autres disciplines que les enseignements scientifiques fondamentaux et les enseignements technologiques, essentiellement aux langues, aux sciences humaines et sociales (Bardel-denonain, Chaix, 1998), à l'économie et à la gestion. Ces enseignements sont regroupés sous diverses appellations « langue et culture », « formation humaine et générale » « enseignement d'ouverture », « humanités », « SHS et gestion », « formation entrepreneuriale », « économie et société » « sociologie ». Ils peuvent parfois prendre une importance tout à fait significative. Ainsi, selon l'enquête (12) menée par Catherine Golliou, Sarah Piovezan et Stéphanie Larouer pour le magazine *Le Point*, en octobre 2006, les enseignements dits d'ouverture (qui ne relèvent pas des sciences technologiques ou des sciences fondamentales proprement dites, mais plutôt des sciences économiques, de gestion, des langues, des SHS, du management...) représentent à l'École polytechnique 50 % des enseignements, à l'École des mines de Paris 49 %, à l'École centrale de Paris 35 %, à Télécom Paris 33 %, à l'UTC (13) 33 % et aux Arts et Métiers 27 %... Cette importance ne doit cependant pas occulter le fait que ce sont bien les sciences fondamentales et technologiques qui sont au cœur de la formation des ingénieurs. Mais un étudiant issu des classes préparatoires MP (14) possède en principe une formation scientifique solide qui permet à certaines Grandes Écoles d'accorder une importance non négligeable à d'autres enseignements qui doivent concourir à former des ingénieurs capables de mener à bien des projets techniques et industriels complexes dans un contexte international.

## L'architecture des enseignements

19

La consultation des programmes de formation que les écoles affichent sur leur site Internet montre une architecture relativement générale et stable allant progressivement des enseignements scientifiques fondamentaux aux enseignements plus professionnels qui visent des compétences de métier. L'enseignement des sciences fondamentales est d'abord assuré par les classes préparatoires (classiques ou intégrées). Ensuite, la formation peut se concentrer sur les domaines d'activités du métier d'ingénieur (généraliste ou spécialiste), en visant des objectifs professionnels de conception et de réalisation de produits ou de processus techniques. Parallèlement à ces enseignements scientifiques et techniques qui progressent vers un métier d'ingénieur généraliste ou de spécialité, les enseignements en gestion, langue et SHS

12 - Catherine Golliou, Sarah Piovezan et Stéphanie Larouer : « Palmarès 2005 des écoles d'ingénieurs », enquête réalisée par *Le Point*, 12 octobre 2006.

13 - UTC : Université technologique de Compiègne.

14 - MP : classe préparatoire à dominante mathématique et physique.

accompagnent la formation pour l'inscrire dans une logique industrielle et sociale, de travail collaboratif, de réflexion éthique et citoyenne et de développement personnel. Par exemple, le module d'enseignement sur le droit international de l'INSA de Toulouse se fixe comme objectif d'exposer « les notions d'ingérence, de développement durable et de mondialisation ainsi que le rôle d'organisations internationales comme l'OMC (15) et l'UE (16) ».

Ces enseignements d'ouverture (ou « autres enseignements ») et l'importance que les écoles leur accordent sont significatifs de la représentation que l'École se donne de la mission et de la responsabilité de l'ingénieur dans le cadre de l'orientation proposée par la CTI.

Cette vision (17) peut varier d'une école à une autre, même si le cours de la formation reste le même : former des ingénieurs « capables de mettre en œuvre les applications de la science et les technologies pour résoudre des problèmes techniques et industriels ». Ainsi, l'INSA de Lyon veut former en cinq ans des « ingénieurs pluricompétents, humanistes, innovants et dotés d'un esprit entrepreneurial ». L'École des mines de Nancy fait le pari de la « création d'un nouveau type d'ingénieur : technicien, manager, créateur et humaniste ». Devenir ingénieur Arts et Métiers, c'est se « former, non pas à UN métier d'ingénieur mais à DES métiers d'ingénieurs. C'est aussi permettre à chaque élève ingénieur, de devenir un ingénieur citoyen, de trouver sa vocation et de construire son projet professionnel, autour non seulement de savoirs, d'un savoir-faire mais aussi d'un savoir-être ». Enfin, être Centralien, « c'est être un professionnel doué d'une large culture, un entrepreneur créatif conscient de ses responsabilités, un communicant et un pédagogue, ouvert aux réalités internationales et multiculturelles et porteur d'une éthique partagée ».

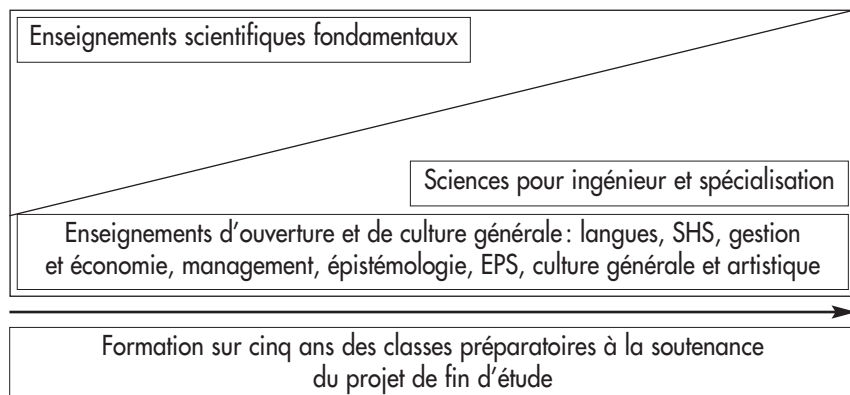
En somme, les écoles déclinent les enseignements selon une architecture générale et commune que l'on peut schématiser de la façon suivante :

---

15 - OMC : Organisation mondiale du commerce.

16 - UE : Union européenne.

17 - Vision exprimée dans les plaquettes de présentation des écoles.



**Fig. 1 – Architecture générale des formations d'ingénieurs**

Les enseignements scientifiques fondamentaux occupent une place privilégiée lors des premières années. Progressivement les enseignements propres aux sciences pour ingénieurs et aux spécialisations professionnelles deviennent dominantes. Les enseignements de culture générale et d'ouverture accompagnent toutes les formations d'ingénieurs avec une importance relative en fonction des profils d'ingénieurs (un ingénieur chimiste qui s'oriente vers la recherche et développement n'a pas besoin de la même formation en gestion industrielle, SHS et économie que l'ingénieur en génie industriel qui s'oriente vers la gestion de production) et de la vision de l'ingénieur portée par l'école. Ces formations sont parfois plus denses en fin de cycle de formation.

21

Si cette architecture générale des enseignements est assez commune aux diverses écoles, celles-ci se différencient sur un même champ professionnel par le niveau théorique des contenus d'enseignements, les modules de formation mis en œuvre, l'importance relative accordée aux enseignements autres que les sciences fondamentales et technologiques. Et le poids des réseaux d'anciens, les relations internationales, le soutien des industriels, le dynamisme de la vie associative au sein des écoles... introduisent, eux aussi, des différences notables entre les écoles.

## **LA DYNAMIQUE DES ÉTABLISSEMENTS DE FORMATION D'INGÉNIEURS**

On ne peut comprendre la formation d'ingénieurs en France, sans évoquer d'une façon ou d'une autre la relation que les établissements (écoles, universités technologiques, institut...) ont su créer avec le monde industriel et la vie associative au sein

des établissements. Nous explorerons succinctement deux aspects : les relations avec les industriels et les professionnels et la vie associative. Les premières soutiennent le sens professionnel de la formation. La vie associative soutient l'intégration dans l'École, mais peut aussi contribuer à légitimer l'investissement intellectuel dans les études scientifiques et techniques, comme nous le verrons.

## Relation avec les industriels et les anciens

Les relations avec la profession et les industriels interviennent à divers niveaux et à divers titres. Les représentants des professions et les industriels font partie des divers conseils des établissements et des commissions comme la CTI. Cette dernière souhaite qu'environ 20 % des enseignements puissent être assurés par des professionnels venant de l'industrie. Nous avons aussi vu que les sujets des projets de fin d'étude sont souvent proposés par des industriels. De plus, ces derniers confient parfois aux laboratoires des écoles des études techniques et des expertises. Ils accueillent les stagiaires, les apprentis des formations en alternance, les doctorants des thèses Cifres... Les interactions sont multiples et le plus souvent très soutenues.

Les associations d'anciens élèves tiennent une place particulière dans ce tissu de relations avec les professionnels. C'est un fait connu. Sans rentrer dans les détails et les débats sur leur place et leur fonction, soulignons leur contribution à la professionnalisation des formations d'ingénieurs. Par leur présence, les élèves sont en relation permanente avec des ingénieurs. Elles contribuent au rayonnement des écoles, maintiennent des liens entre les anciens élèves et leur établissement de formation, soutiennent les placements des jeunes ingénieurs. Et les moyens financiers de certaines associations leur permettent non seulement de soutenir des élèves en difficulté, mais aussi de contribuer au financement d'aménagement de locaux et de moyens pédagogiques. Pour la question qui nous intéresse, l'association des anciens élèves contribue à la construction identitaire des étudiants parce qu'elle représente la présence vivante au sein des écoles du professionnel que l'étudiant cherche à devenir.

Par exemple, l'association des anciens élèves de l'École centrale de Paris a été créée en 1862, et a été reconnue d'utilité publique par décret en 1867. Ses activités sont multiples : la revue *Centraliens* diffuse des articles et dossiers techniques d'actualité, les groupements professionnels organisent régulièrement des rencontres avec des personnalités du monde industriel et économique, etc. La maison de l'association se trouve d'ailleurs sur le campus même de l'École. De même, l'association des anciens élèves des mines de Nancy se donne pour but (18) « de développer la solidarité

18 - Site de l'association : <http://www.mines.inpl-nancy.fr/parteneriat/assocanciens.htm>

entre ingénieurs civils des mines, de renforcer les liens avec l'École des mines de Nancy, de favoriser les contacts professionnels et personnels entre ses membres ».

Le nombre d'ingénieurs qui adhèrent à leur association des anciens élèves peut être considérable et laisse deviner l'impact que ces associations peuvent avoir sur les étudiants et leur école. La société des ingénieurs Arts et Métiers affiche le regroupement de 28 000 anciens élèves, l'AX (société amicale des anciens élèves de l'École polytechnique) fondée en 1865 et reconnue d'utilité publique par décret du 22 septembre 1867, regroupe 13 400 adhérents. Et l'association des anciens élèves de l'INSA de Lyon affiche plus de 6 000 adhérents.

## Fonction pédagogique des activités associatives

Si les relations avec les professionnels et les industriels contribuent au sein des écoles à favoriser la dimension professionnelle et professionnalisante des formations, la vie associative des étudiants contribue elle aussi, à un double titre, à la dynamique des écoles. Elles favorisent l'intégration des étudiants, l'École devient leur École. Ces associations sont évidemment nombreuses et variées allant des clubs de loisir à des clubs à visée humanitaire et à des groupes d'étude sur la physique quantique. Les écoles, dans leur présentation, soulignent souvent la diversité et le dynamisme de ces associations et de ces clubs. En fait, à travers les multiples activités que proposent les « bureaux des étudiants ou élèves » se construisent d'abord des liens et des collaborations entre les étudiants. Quelques exemples permettent d'illustrer cette situation. Le « bureau des élèves » de l'École centrale de Nantes fédère et coordonne 35 clubs ; celui de l'ENSIETA (19), 6 clubs ; celui de l'INSA de Strasbourg, 19 ; celui de l'ENIM (20), 10 ; celui de l'École des mines d'Albi, 14 ; celui de l'ENSI (21), Caen, 44... Quel est le rapport entre ces associations et clubs et les enseignements ? Elles peuvent en être des prolongements et des sources de motivation. De nombreuses associations ont des visées sportives ou plus généralement de loisir, certaines sont à but humanitaire, d'autres sont des clubs scientifiques ou techniques. Si toutes contribuent à la formation des étudiants d'une façon ou d'une autre soulignons le rôle des clubs scientifiques dans leur soutien aux enseignements. Ainsi, le club « Robot » de l'École centrale de Nantes « permet de mettre en application l'enseignement reçu au sein de l'École centrale de Nantes et de confronter la théorie à la pratique » (22). Le club

19 - ENSIETA : École nationale supérieure des ingénieurs des études et techniques d'armement.

20 - ENIM : École nationale d'ingénieurs de Metz.

21 - ENSI : École nationale supérieure d'ingénieurs.

22 - Site du BDE de l'École centrale de Nantes : <http://www.ec-nantes.fr/>

« Isac » de l'INSA de Strasbourg (23) construit des prototypes de véhicules de compétition (Barzug, Quantum, Epsilon et Alizé) pour participer au concours Eco-Marathon SHELL: parcourir le maximum de kilomètres avec le minimum de carburant. Le club « Fusée » de l'École centrale de Lyon (24) s'inscrit dans une même application ludique des connaissances scientifiques et techniques. L'association ACTIS des élèves ingénieurs de l'IFMA (25) de Clermont-Ferrand a pour objectif d'initier les jeunes du primaire aux sciences de l'ingénieur. Toutes ses associations et tous ces clubs peuvent contribuer à développer au sein des écoles un sentiment d'appartenance et valoriser l'intérêt pour les sciences et les techniques et la conception.

Un tel environnement favorise le sentiment d'appartenance à un groupe et contribue à la formation de professionnels capables de s'engager dans l'action. En tous les cas, les jeunes ingénieurs se réfèrent souvent à leur école dans les prises de décision en situation professionnelle. C'est l'une des idées qui s'est dégagée de la thèse de N. Mohib soutenue en décembre 2005 sur la question: « L'agir professionnel ». Qu'est-ce qui soutient la capacité à oser prendre des décisions, donc des risques et à oser s'engager dans « l'action » non routinière? Le sentiment de posséder les bonnes connaissances? Un trait de personnalité? L'expérience? Les encouragements des formateurs? Divers entretiens ont été menés auprès de « jeunes professionnels »: des ingénieurs, des compagnons du devoir et des enseignants. Des entretiens se dégagent l'idée que l'individu s'engage d'autant plus facilement dans l'action, qu'il se sent légitimé dans son engagement. En somme, « j'ose m'engager parce que je pense que mon action est légitime aux yeux de ce qui fait référence pour moi un groupe, une autorité ». Si la compétence est le résultat d'un savoir et d'un vouloir agir, elle trouve sa source dans le sentiment que l'action est légitime aux yeux du groupe de référence. Les jeunes ingénieurs insistent sur le groupe de pairs et soulignent l'importance de leur école d'appartenance qui constitue une référence qui oriente la décision et le comportement. Un ingénieur « INSA » ou un « Centralien » ou un « Gadzar » ne se comporte pas n'importe comment. Il fait partie d'une communauté dont il pense plus ou moins explicitement qu'elle souhaite qu'il tienne « le rang ».

En somme, on retrouve sous cette affirmation l'idée que la formation professionnelle ne se limite pas à l'assimilation du savoir-faire du métier, mais aussi d'une construction identitaire que les dispositifs de formation peuvent favoriser. À travers la décision et l'engagement dans « l'agir », le jeune ingénieur signe son appartenance à un groupe, celui des ingénieurs de son École. De ce fait, le temps de formation n'est

23 - <http://www.insa-strasbourg.fr/associations/isac.php>

24 - <http://assoce.ec-lyon.fr>

25 - IFMA: Institut français de mécanique avancée.

pas seulement marqué par des examens et des contrôles de connaissances, mais aussi par toutes les activités de la vie étudiante qui lient les étudiants entre eux. Une école est un lieu d'une intense activité associative où se forge le sentiment d'appartenir à un groupe, où se construisent des orientations et des conceptions de vie qui procurent souvent une réelle confiance en soi.

Si les jeunes ingénieurs devant les situations en constante évolution se réfèrent à leurs compagnons d'étude, à leurs pairs, à l'image intériorisée de leur école, nous ne pouvons que souligner la fonction formatrice des associations des élèves et des réseaux des anciens. En somme, le jeune ingénieur doit développer sa « sécurité intérieure » pour être capable de vivre les situations d'incertitude et prendre des décisions. Dans ces situations, la référence aux pairs, aux « autres membres » de la communauté devient importante. Et cette communauté se construit à travers des réseaux et des activités partagées durant le temps de formation.

## Conclusion

À première vue la formation des ingénieurs fait penser aux Grandes Écoles et à un moule de formation standardisé : classes préparatoires et formation de haut niveau dans les disciplines scientifiques et techniques. En réalité, les établissements de formation d'ingénieurs sont multiples : statut, mode de recrutement, types de formation peuvent varier. L'unité de la formation des ingénieurs en France est garantie par la CTI. À partir des principes et des orientations définis par la CTI, chaque école se construit son identité à travers son histoire, ses enseignements, ses pratiques pédagogiques, la richesse de ses relations avec le monde industriel, l'association des anciens, sa vision du rôle de l'ingénieur dans la société, la richesse des activités des associations d'étudiants. Tous ces éléments concourent à faire des écoles un lieu de formation supérieur particulièrement privilégié.

Les écoles cherchent à former des ingénieurs non seulement instruits mais aussi dynamiques, concepteurs et entrepreneuriaux. Cet objectif que chaque école souhaiterait pouvoir garantir explique sans doute les encouragements souvent soutenus aux activités des associations et aux clubs d'étudiants. Ces derniers peuvent soutenir les enseignements et favoriser le développement personnel des étudiants, car il ne suffit pas de savoir comment entreprendre pour oser entreprendre et s'engager dans l'action.



## BIBLIOGRAPHIE

BARDEL-DENONAIN O., CHAIX M.-L. (1998). « Les Sciences humaines et sociales dans la formation des ingénieurs », *Recherche et Formation*, n° 29.

BOUFFARTIGUE P. (1994). « Ingénieurs débutants à l'épreuve du modèle de carrière. Trajectoires de socialisation et entrée dans la vie professionnelle », *Revue française de sociologie*, 35, 1, p. 69-100.

BOUFFARTIGUE P., GADEA C. (1996). « Un héritage à l'épreuve. Bref panorama des évolutions dans la formation et l'emploi des ingénieurs en France », *Formation Emploi*, n° 53, p. 5-15.

BOUFFARTIGUE P., GADEA C. (1997): « Les ingénieurs français. Spécificités nationales et dynamiques récentes d'un groupe professionnel », *Revue française de sociologie*, vol. 37, p. 301-326.

BOURDIEU P. (1989). *La noblesse d'État. Grandes Écoles et esprit de corps*, Paris : Éditions de Minuit.

BOUVIER Y. (2002). « L'ingénieur, moteur de l'innovation. Un siècle de formation d'ingénieurs à Grenoble », *La Revue pour l'histoire du CNRS*, n° 6.

CIER B. (2004). *Les écoles d'ingénieurs*, Éditeur : Hobsons France (Collection Le Guide Réussir).

FRAYSSE B. (dir.) (2006). *Professionnalisation des élèves ingénieurs*, Paris : L'Harmattan (Collection Dynamique d'entreprises).

GRELON A., GOUZEVITCH I., KARVAR A. (2004). *La formation des ingénieurs en perspective : modèles de référence et réseaux de médiation XVIII<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle*, Rennes : PUR.

LAZUECH G. (1999). *L'exception française. Le modèle des grandes écoles à l'épreuve de la mondialisation*, Rennes : PUR.

LEMAITRE D. (2003). *La formation humaine des ingénieurs*, Paris : PUF.

MOHIB N. (2005). *Dispositifs de formation et développement des compétences professionnelles. La question de l'engagement dans l'agir professionnel*, thèse soutenue à l'université Louis Pasteur (Strasbourg).

SIMON H. (1974). *La science des systèmes*, Paris : Épi éditeurs.

SONNTAG M., MOHIB N. (2007). *Préparer les étudiants à une profession évolutive*, 4<sup>e</sup> colloque international sur les questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur, ULC, Belgique 24-26 janvier 2007.

SONNTAG M. (2006). « Reflexive pedagogy in the apprenticeship in design », in *European Journal of Engineering Education*, vol. 31, n° 1, p. 1-9.